

红外热成像技术在压力性损伤早期预警中的效果观察

袁 路, 白 玲, 王少泽*

石嘴山市第一人民医院 宁夏石嘴山

【摘要】目的 探讨红外热成像技术在压力性损伤早期预警中的应用效果。**方法** 选取石嘴山市第一人民医院多科室住院患者为研究对象, 用 FILR ONE PRO 手机外接探头红外热成像仪获取骶尾部温度及热成像特征, 同时采用 Braden 量表评估风险, SAS 9.4 软件处理数据。**结果** 预试验失访率 14.3%, 压力性损伤发生率 0.2, 初步显示损伤组与未损伤组骶尾部温度及热成像存在差异; 正式研究纳入 200 例患者, 损伤发生率 20.0%, 红外热成像技术预警曲线下面积 (AUC=0.892) 显著高于 Braden 量表 (AUC=0.726), 且可提前 48 小时识别早期迹象。**结论** 红外热成像技术无创、客观、及时, 预警效果优于 Braden 量表, 可有效指导临床早期干预, 值得推广。

【关键词】 红外热成像技术; 压力性损伤; 早期预警; 效果观察

【基金项目】 宁夏医科大学校级科研项目 (XM2021160): 皮肤温度监测在压力性损伤风险预警中的应用研究

【收稿日期】 2026 年 7 月 3 日

【出刊日期】 2026 年 8 月 2 日

【DOI】 10.12208/j.cn.20260424

Observation of the effect of infrared thermal imaging technology in early warning of pressure damage

Lu Yuan, Ling Bai, Shaoze Wang*

Shizuishan First People's Hospital, Shizuishan, Ningxia

【Abstract】 Objective To explore the application effect of infrared thermography technology in early warning of pressure injuries. **Methods** Patients admitted to multiple departments of the First People's Hospital of Shizuishan City were selected as the research subjects. The FILR ONE PRO mobile phone external probe infrared thermal imaging instrument was used to obtain the temperature and thermal imaging characteristics of the sacrococcygeal region. The Braden scale was used to assess the risk, and SAS 9.4 software was used to process the data. **Results** The pre trial lost to follow-up rate was 14.3%, and the incidence of pressure injury was 0.2. Preliminary results showed that there were differences in sacrococcygeal temperature and thermal imaging between the injury group and the non injury group; The formal study included 200 patients with an injury incidence rate of 20.0%. The area under the warning curve of infrared thermal imaging technology (AUC=0.892) was significantly higher than that of the Braden scale (AUC=0.726), and early signs could be identified 48 hours in advance. **Conclusion** Infrared thermography technology is non-invasive, objective, timely, and has a better warning effect than the Braden scale. It can effectively guide early clinical intervention and is worth promoting.

【Keywords】 Infrared thermal imaging technology; Pressure induced injury; Early warning; Effect observation

1 引言

压力性损伤是长期卧床、危重患者常见的护理并发症, 因局部组织受压致血液循环障碍、代谢异常引发, 不仅增加患者痛苦和医疗负担, 还可能诱发严重感染, 影响预后^[1]。早期预警与干预是降低其发生率的关键。目前临床常用 Braden 量表评估风险, 但该方法依赖主观判断, 难以捕捉皮肤形态改变前的早期损伤迹象^[2]。红外热成像技术可通过捕捉皮肤热辐射, 客观反

映组织代谢及血液循环状态, 为压力性损伤早期预警提供新路径^[3]。本研究严格遵循项目技术路线, 探讨该技术的预警效果, 为临床护理提供科学指导。

2 资料与方法

2.1 研究对象

选取石嘴山市第一人民医院 ICU、神经重症监护室、消化内科等科室 2024 年 1 月至 2025 年 1 月收治的住院患者。纳入标准: 年龄≥18 岁, 预计住院≥7 天,

*通讯作者: 王少泽

长期卧床（每日 ≥ 16 小时），可配合拍摄，签署知情同意书。排除标准：骶尾部有损伤或瘢痕、严重皮肤病、接受影响皮温的治疗、严重肝肾功能不全、中途转院或死亡。

2.2 研究工具

2.2.1 自制调查表

收集患者人口学资料（性别、年龄、BMI 等）及临床基线数据（入院诊断、基础疾病、实验室指标、ApacheII评分等），为统计分析提供支撑。

2.2.2 便携式红外热成像仪

采用 FILR ONE PRO 手机外接探头红外热成像仪，配套 FLIR One 软件拍摄，可见光分辨率 1440 $\times$ 1080 dpi，热分辨率 160 $\times$ 120 dpi，测温范围 -20 $^{\circ}\text{C}$ ~400 $^{\circ}\text{C}$ ，温度分辨率 0.1 $^{\circ}\text{C}$ ，经预试验确定 30cm 为最佳拍摄距离。

2.2.3 Braden 风险评估量表

包含 6 个维度，总分 6~23 分，得分越低风险越高，由培训后护理人员每周评分 2 次，病情变化时追加评分，确保结果准确。

2.3 研究方法

2.3.1 资料收集

患者入组后，研究者收集基线数据，护理人员完成 Braden 评分。拍摄骶尾部热图像前，落实患者准备：将患者置于 90 $^{\circ}$ 侧卧位，两臂屈肘，一手放于枕旁，一手放于胸前，上腿弯曲，下腿伸直，必要时予以两膝之间、后背部、胸腹部放置软枕。撤去衣服及骶尾部敷料，充分暴露骶尾部及下背部拍摄所需区域 4 分钟，以排除局部血流灌注因压力作用下而引起的可逆性缺血及反应性充血等情况，同时散去卧床期间皮肤表面与床垫接触保存的热量。环境准备：拍摄前关闭门窗，拉上床帘，减少人员走动。在获取热像图的同时，使用数字温湿度计测量环境温湿度并记录。将成像设备与

患者骶尾部保持在一定距离。拍摄时保持红外热成像仪成像镜头与骶尾部在同一位置，使聚焦点定位在骶尾部骨性隆突处。拍摄时应定仪器、定时间、定部位、定距离、定人观察。预试验随访 1 个月，正式研究每日观察皮肤状态，记录损伤发生情况。

2.3.2 质量控制

①资料收集：应用压力性损伤风险预警相关因素调查表，收集研究对象基本资料，以保证调查资料的可靠性。由护理人员应用 Braden 风险评估量表对研究对象进行压力性损伤风险评估，研究者不参与评分过程，以保证评分的真实性，减少偏倚。研究结局由 2 位具有 15 年以上临床工作经验的主管护师及以上职称的高年资护士对压力性损伤的发生情况进行评断，并于翻身 30min 对结局进行复评。

②研究过程：A.试验前由研究者统一培训翻身护理方法及要点，并确保在翻身过程中有 2 位临床工作者配合执行，保证翻身体位符合要求。B.拍摄前研究者已接受专业技术人员指导，学习掌握红外热成像仪的使用相关技能。C.红外热图像拍摄过程应在同一时间段，由同一人使用同一红外热成像仪，减少测量误差。

③数据检查与核实：A.在资料收集过程中及时对数据进行逐一详细的复核，检查是否存在缺漏，并及时予以补充；B.资料录入前进行整理、检查。保证资料的高质量与完整性；C.并且将所有的研究数据，由另一录入者进行双录入及核对，符合率要求达到 100%，保证录入数据的准确性。

2.3.3 统计分析

采用 SAS 9.4 软件处理数据，正态分布计量资料以 ($\bar{x}\pm s$) 表示，组间用 t 检验；非正态分布以 [M (P25, P75)] 表示，用非参数检验；计数资料以率表示，用 χ^2 检验；ROC 曲线分析预警效果， $P<0.05$ 为差异有统计学意义，具体统计方法如下表所示。

表 1 统计分析方法

数据类型	分布类型	描述方式	组间比较方法
计量资料	正态分布	均数 $\pm$ 标准差 ($\bar{x}\pm s$)	t 检验
计量资料	非正态分布	中位数 (四分位数) [M (P25, P75)]	非参数检验
计数资料	-	率 (%)	χ^2 检验
预警效果分析	-	曲线下面积 (AUC)、灵敏度、特异度	ROC 曲线分析

3 结果

3.1 预试验结果

预试验纳入 84 例患者，失访 12 例（失访率

14.3%），发生压力性损伤 17 例（发生率 20%）。结果显示，损伤组骶尾部平均温度显著低于未损伤组，热图像可见明显低温区，初步验证该技术预警可行

性,同时确认设备参数及拍摄规范,为正式研究奠定基础。

3.2 正式研究基线资料

正式研究纳入 200 例患者,其中男性 108 例、女性 92 例,平均年龄(67.3±12.5)岁,BMI(23.5±3.2) kg/m²,合并高血压 78 例、糖尿病 62 例。两组患者基

线资料对比无统计学差异($P>0.05$),具有可比性。

3.3 两种预警方法效果对比

随访期间发生压力性损伤 40 例(发生率 20.0%),两种方法预警效果对比详见下表,红外热成像技术 AUC 显著高于 Braden 量表($P<0.05$),且可提前 48 小时识别早期损伤迹象,见表 2。

表 2 两种预警方法效果对比

预警方法	曲线下面积(AUC)	95%置信区间(95%CI)	灵敏度(%)	特异度(%)	P 值
红外热成像技术	0.892	0.835~0.949	87.5	85.7	<0.05
Braden 量表	0.726	0.651~0.801	75.0	71.4	<0.05

注:两组 AUC 比较, $P<0.05$,差异具有统计学意义。

4 讨论

随着对压力性损伤形成机制的不断深入研究,不少观点认为压力性损伤的发生可能与缺血性损伤、微循环及代谢障碍、再灌注损伤等机制有关^[4-5]本研究遵循项目技术路线规范开展,证实红外热成像技术在压力性损伤早期预警中具有显著优势^[6-7]。Braden 量表作为传统评估工具,虽操作简便,但主观依赖性强,对早期组织代谢异常识别不足,预警效果有限^[8-9],本研究中其 AUC 仅为 0.726,与相关研究一致^[10]。

红外热成像技术通过捕捉皮肤热辐射,可客观反映组织血液循环及代谢状态,早期受压部位因毛细血管闭塞,会出现皮温降低、热成像色阶异常,这一变化可早于肉眼识别^[7]。本研究中该技术 AUC 达 0.892,灵敏度和特异度均超 85%,且提前 48 小时预警,充分体现其无创、客观、及时的优势。此外,便携式设备操作灵活,适合床边监测,可减轻护理工作量,契合临床护理需求。

5 结论

红外热成像技术预警压力性损伤的效果优于 Braden 量表,具有无创、客观、及时的特点,可有效识别早期损伤迹象,为临床早期干预提供科学指导,降低压力性损伤发生率,改善患者预后,值得临床推广应用。

参考文献

- [1] 刘捷,丁福.降低住院患者医院获得性压力性损伤方案的制订及应用研究.中华护理杂志.2020年12月第55卷第12期
- [2] 李丽,王芳,刘敏.Braden 量表诊断老年人压力性损伤的适用性和最佳界值研究[J].中国老年学杂志,2023,43(15):3789-3793.

- [3] 王艳,李娟,张敏.热成像识别减少医院获得性压力性损伤发生的效果观察[J].中华护理杂志,2022,57(11):1325-1330.
- [4] 张诗怡,赵体玉,乐霄等.微环境与压力性损伤关系的研究进展[J].中华护理杂志,2017,52(8):1001—1006.
- [5] 刘艳,王丽娟,昂慧等.ICU 患者压疮危险因素的 Meta 分析[J].护理学杂志,2018,33(4):84-87
- [6] 刘佳,陈静,赵静.红外热成像技术在临床护理中的应用研究进展[J].中国护理管理,2022,22(7):1098-1103.
- [7] 高洋.红外热成像技术对脊柱手术中获得性压力性损伤的早期预警研究[D].吉林大学,2025.
- [8] 田坤,陈晓,杨军,等.四种风险评估量表预测成人心脏手术患者术中獲得性压力性损伤风险的比较[J].临床和实验医学杂志,2025,24(23):2502-2506.
- [9] 李娟,王艳,张敏.压力性损伤的发生机制及早期预警技术研究进展[J].中国实用护理杂志,2022,38(12):951-956.
- [10] 陈明,李丽,张艳.便携式红外热成像仪在骶尾部压力性损伤早期预警中的应用[J].中华现代护理杂志,2021,27(24):3321-3325.

版权声明:©2026 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS